

Brautechnik und Braukunst: zur Bedeutung des "subjektiven Faktors" in der automatisierten Brauerei

Macher, Gerd; Semlinger, Klaus

Veröffentlichungsversion / Published Version
Forschungsbericht / research report

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Macher, G., & Semlinger, K. (1993). *Brautechnik und Braukunst: zur Bedeutung des "subjektiven Faktors" in der automatisierten Brauerei*. München: Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. ISF München. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67946>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E. V. - ISF MÜNCHEN
JAKOB-KLAR-STRASSE 9, 8000 MÜNCHEN 40

**BRAUTECHNIK UND BRAUKUNST
ZUR BEDEUTUNG DES "SUBJEKTIVEN FAKTORS" IN DER
AUTOMATISIERTEN BRAUEREI**

PROFIL - Produktions-Flexibilität in der industriellen Lebensmittelerzeugung
EUREKA-Verbund: sozialwissenschaftliche Grundlagenforschung
Förderkennzeichen: O1HG 170/O

15. April 1993

Gerd Macher, Klaus Semlinger

Vorwort

Die diesem Bericht zugrundeliegende Untersuchung ist Teilprojekt des Vorhabenverbundes PROFIL - "Produktions-Flexibilität in der industriellen Lebensmittelerzeugung". Im Mittelpunkt dieses Verbundes stehen Fragen des Technik- und Personaleinsatzes sowie Qualifizierungsmaßnahmen und Arbeitskräftepotentiale im Umfeld der industriellen Herstellung von Lebensmitteln. Mehrere Teilprojekte hatten dabei die industrielle Milchverarbeitung zum Gegenstand; ergänzend hierzu wurde diese Untersuchung im Brauereiwesen durchgeführt.

An dieser Stelle sei allen beteiligten Diskussionspartnern für ihre Gesprächsbereitschaft gedankt, und die Autoren hoffen, daß die Erledigung der täglichen Geschäfte nicht zu sehr unter den zum Teil ausgedehnten Gesprächen gelitten hat.

Inhaltsverzeichnis:

1.	Einleitung	1
2.	Der Brauvorgang - Arbeitsablauf und Arbeitsaufgaben	3
3.	Der Brauprozess - Technik und Arbeitsorganisation	6
4.	Arbeitsanforderungen und Arbeitsbedingungen im Brauereibetrieb	12
5.	Zusammenfassung	20

1. Einleitung

Wie auch andere Branchen ist die industrielle Lebensmittelerzeugung in den letzten 20 Jahren durch eine Entwicklung gekennzeichnet, die sich durch den zunehmenden Einsatz mikroelektronischer Steuerungselemente charakterisieren läßt. Dabei wurde die klassische MSR-Technik (Messen - Steuern - Regeln) zunehmend durch Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) ersetzt; in einem weiteren Schritt hielten anschließend mikroprozessor-basierte Bedien- und Visualisierungsgeräte Einzug in die Produktion. Diese Entwicklung geht einher mit Tendenzen einer Automation sowohl von Teilanlagen als auch einer Verkettung von Teilaggregaten, was in ihrer Folge zu tendenziell immer komplexeren Gesamtsystemen führt.

Befunde aus anderen Projekten¹ in prozeßorientierten Industrien aus der Energiewirtschaft, der Chemie und der Stahlerzeugung haben gezeigt, daß vollautomatische Systeme aufgrund ihrer Komplexität und Störanfälligkeit nur deshalb funktionieren, weil Probleme und Störsituationen durch das Bedienungspersonal aufgefangen werden. Der Betrieb derartiger Anlagen erfordert also trotz aller Automatisierungsfortschritte immer noch menschliche Eingriffe auf der Grundlage von Erfahrungswerten und subjektiven Situations-einschätzungen; teilweise müssen die Anlagenfahrer dabei sogar häufig gegen die Vorgaben der Vollautomatiken handeln, wenn sie einen annähernd reibungslosen Lauf der Aggregate garantieren wollen.

In der Lebensmittelindustrie, so ist zu vermuten, stellt sich diese Problematik mit besonderer Schärfe: Hier hat man es nicht nur i.d.R. mit größeren Qualitätsschwankungen bei den biologischen Ausgangsmaterialien, sondern auch mit größeren Unregelmäßigkeiten in den biochemischen Umwandlungsprozessen zu tun. Ferner gilt es hier häufig in noch stärkerem Maße, nachträglichen Veränderungsprozessen im Produkt schon bei der Herstellung vorzubeugen. Und schließlich geht es in diesem Bereich um Produkte, deren Qualität nur höchst unvollkommen durch objektivierbare analytische Eigenschaften festgelegt werden können, sondern letztlich von höchst subjektiven Merkmalen wie Geschmack, Geruch und Anblick bestimmt wird.

Damit sind im Bereich der Lebensmittelerzeugung die Voraussetzungen für eine weitgehende Automation noch weniger gegeben als in anderen Industriebereichen: Weder sind die ablaufenden Prozesse völlig wissenschaftlich analysiert, noch können die Materialien und Umgebungseinflüsse strikt kontrolliert werden, noch lassen sich die Zielgrößen, d.h.

1 Vgl. Böhle, F.; Rose, H.: Technik und Erfahrung. Arbeit in hochtechnisierten Systemen, Frankfurt/New York 1992

die gewünschten Produkteigenschaften, in allen Dimensionen genau bestimmen. Dementsprechend läßt sich der Produktionsvorgang auch nicht exakt beschreiben und in einen wohldefinierten Algorithmus zur automatisierten Abarbeitung übersetzen, so daß hier menschlicher Erfahrung und Subjektivität - trotz aller Automation - ein eher noch größerer Stellenwert zukommen dürfte als in anderen Bereichen der Prozeßindustrie.

Dieser Vermutung ist im Rahmen einer explorativen Kurzstudie in der Brauereiwirtschaft empirisch genauer nachgegangen worden. Im Mittelpunkt der Untersuchung standen dabei folgende Fragestellungen:

- Wie hoch ist der Automationsgrad in der modernen Brautechnik einzuschätzen?
- In welchem Maße ist Erfahrungswissen bei der Beherrschung des Produktionsprozesses erforderlich?
- Inwieweit schafft bzw. bewahrt die eingesetzte Technik Möglichkeiten, erfahrungsgeleitet zu arbeiten und Erfahrungswissen zu gewinnen?

Untersuchungsfeld waren drei Brauereien in Bayern, die in den folgenden Ausführungen mit den Buchstaben A, B und C gekennzeichnet sind. Im Mittelpunkt der Analyse stand dabei jeweils der „engere“ Produktionsbereich der Brauereien, d.h. die Abfülllinien wurden nicht berücksichtigt, weil es hierbei letztlich wieder mehr um einen mechanischen Vorgang mit vornehmlich physikalischen und logistischen Problemen handelt - auch wenn dieser Vorgang gleichwohl auf die Produkteigenschaften von Bier Rücksicht zu nehmen hat. Die folgenden Ausführungen basieren auf Betriebsbegehungen sowie primär auf Leitfadeninterviews und Gesprächen mit Vertretern der Geschäftsführung, der Produktionsleitung und sonstiger Fachkräfte aus dem Sudhaus.

2. Der Brauvorgang - Arbeitsablauf und Arbeitsaufgaben

Das Brauen von Bier hat eine Jahrtausende alte handwerkliche Tradition, die erst in den letzten Jahrzehnten von industrieller Technologie abgelöst worden ist. Moderne Analytik und Fertigungstechnik haben dabei - zumindest in Deutschland - zwar am eigentlichen Brauvorgang nichts grundlegendes geändert, dennoch haben sich die Arbeitsabläufe und die Anforderungen an die Arbeitskräfte entscheidend gewandelt: Ein natürlich ablaufender Vorgang, der lange Zeit allein erfahrungsgestützt mehr begleitet denn gesteuert wurde, ist zunehmend in einen wissenschaftlich-technisch beherrschten Prozeß verwandelt worden. Dementsprechend scheint die Bedeutung des nicht-expliziten Prozeßverständnisses, das nur durch berufliche Praxis erworben werden kann, gegenüber biologisch-chemischen und technologischen Kenntnissen, die losgelöst vom konkreten Vorgang vermittelt werden können, an Bedeutung verloren zu haben. Bevor dies näher diskutiert wird, sollen die primären Aufgabenstellungen und Schwierigkeiten sowie die einzelnen Stufen des Brauvorgangs kurz umrissen werden.

Die Kriterien für ein „gutes Bier“ und damit die Zielvorgaben für den Brauereibetrieb lassen sich in fünf Produkteigenschaften und ein Prozeßmerkmal zusammenfassen: So geht es darum, ein Bier zu brauen, das (1) einen typischen, „guten“ Geschmack hat, das sich (2) durch hohe optische Qualität auszeichnet, (3) in diesen Eigenschaften möglichst gleichmäßig ausfällt und (4) sowohl in seinem Geschmack als auch (5) in seiner chemisch-physikalischen Zusammensetzung möglichst stabil und haltbar ist. Als ökonomische Nebenbedingung, die die Prozeßabläufe und Arbeitsanforderungen aber nicht minder bestimmt, geht es schließlich (6) um die wirtschaftliche Effizienz, d.h. im modernen Produktionsbereich vor allem um eine hohe Ausnutzung der Roh- und Betriebsstoffe und die Auslastung der Anlagen.

Nun handelt es sich beim Brauen trotz aller Technisierung um einen vornehmlich biologischen Vorgang, der sich unbeschadet aller Fortschritte in der Automatisierung einer deterministischen Steuerung immer noch versperrt. Ursächlich dafür ist (1) der Umstand, daß man es mit natürlichen Rohstoffen zu tun hat, die entsprechenden Qualitätsschwankungen unterliegen, daß man (2) durchaus noch von keinem vollständigen Verständnis der biologischen und biochemischen Abläufe sprechen kann, daß (3) auch die Analytik und damit die Fähigkeit der Prozeßbeobachtung noch immer auf Grenzen stoßen, und schließlich (4) daß aufgrund des immer noch befolgten deutschen Reinheitsgebots von 1516 der Gebrauch von kompensierenden, korrigierenden und stabilisierenden Zusatzstoffen verpönt ist. Zumindest ein Teil der Fortschritte in der technischen Beherrschbarkeit des Prozesses ist zudem durch die parallel dazu gestiegenen Ansprüche, d.h. die im-

mer enger gesetzten Toleranzwerte,² „aufgezehrt“ worden, so daß der Brauvorgang insgesamt auch heute noch der gewissenhaften Betreuung und unmittelbaren Steuerung durch menschliche Arbeitskraft bedarf.

Viele Brauereien haben heutzutage die Malzbereitung ausgelagert; sie beziehen das fertige Braumalz von spezialisierten Großmälzereien. Der Brauvorgang beginnt dementsprechend mit dem rezepturgemäßen Abruf unterschiedlicher Malzsorten aus den Lagersilos, wobei das feststehende Mischungsverhältnis zum Ausgleich von Qualitätsschwankungen ggf. noch verändert wird. Das in der Schrotmühle zerquetschte Malz wird dann mit Wasser vermischt und in der Maischpfanne auf verschiedene Temperaturen erhitzt, damit die natürlichen Enzyme des Getreides die unlösliche Stärke in vergärbaren Zucker umwandeln und die Proteine aufschließen. Ist dieser Vorgang abgeschlossen (er dauert etwa drei Stunden), wird die Maische im sogenannten Läuterbottich von den unlöslichen Stoffen getrennt, wobei diese gleichsam als eigener Filter genutzt werden, indem die Würze, so heißt das Bier in diesem Stadium, durch die sich absetzenden Feststoffe abgelassen und in die Sudpfanne gepumpt wird. Hier wird die Würze unter Zugabe von Hopfen gekocht, wodurch sie sterilisiert und konzentriert wird während gleichzeitig störende Eiweißstoffe ausgefällt und die Aromastoffe des Hopfens freigesetzt werden. Dieser Vorgang dauert etwa eineinhalb Stunden. Über einen Whirlpool, in dem ein Großteil der Trubstoffe ausgeschieden werden, und einen Würzekühler, der die Temperatur auf die entsprechenden Kellergrade absenkt, wird die Würze in die Gärtanks geleitet, wo nach Zugabe von Hefe der Zucker zu Alkohol und Kohlensäure vergoren wird. Je nach Bierart dauert die Gärung zwischen vier und sechs oder rund zehn Tage; ist er abgeschlossen, wird das „Jungbier“ von der Hefe getrennt und in die Drucktanks des Lagerkellers umgefüllt, wo es bis zur endgültigen Reife noch einige Wochen lagert. Vor der Abfüllung wird das Bier dann nochmals filtriert. In modernen Brauereien sind alle diese Schritte hochgradig automatisiert, trotzdem hängt viel von der Arbeit des Brauers ab.

Haupteinflußgrößen, über die der Brauvorgang reguliert wird, sind die Mischungsverhältnisse der Rohstoffe, die Prozeßzeiten und -temperaturen sowie bei bestimmten Arbeitsschritten die Prozeßgeschwindigkeiten (z.B. beim Läutern); eine anderweitige Manipulation der Rohstoffe ist wegen des Reinheitsgebots nur beim zugesetzten Brauwasser erlaubt, das ggf. enteisent und entkalkt werden darf. Darüber hinaus ist während des gesamten Produktionsablaufs auf äußerste Reinlichkeit zu achten, um Infektionen zu vermeiden, die den Geschmack und die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen würden.

2 So bringt allein der bedeutsamer gewordene überregionale Vertrieb höhere Anforderungen an die Haltbarkeit.

Es sind nun vor allem die Qualitätsschwankungen in den Rohstoffen, die insbesondere hinsichtlich der Prozeßzeiten keine starren Vorgaben erlauben. Die entsprechenden Prüfwerte, die in jeder größeren Brauerei durch eigene Labors ermittelt und festgehalten werden, erlauben nur eine erste Anpassung der Rezeptur, fortlaufende Proben müssen dann die Anhaltspunkte für die weiteren, nachregulierenden Eingriffe liefern. Zielwerte oder Orientierungsgrößen sind dabei in erster Linie Farbe, Helligkeit und Trübung der Würze bzw. des Bieres, der Extrakt- und Kohlensäuregehalt sowie - letztlich ausschlaggebend - der Geschmack. Als Nebenbedingungen, die dennoch nicht vernachlässigt werden dürfen, sind schließlich die Kriterien „Zeitökonomie“ und „Ausbeute“ zu nennen.

Hauptanforderungen und Nebenbedingungen können dann zu zusätzlichen Problemen führen. Dies beginnt bereits beim Schroten der Braumalzes: Eine feine Vermahlung schließt das Malz besser auf, befördert so eine hohe Ausbeute und vermag den Maischprozeß zu beschleunigen helfen. Andererseits kann eine zu feine Vermahlung zu Problemen beim Abläutern führen. Ähnlich verhält es sich mit der für den Maischvorgang zugesetzten Wassermenge, die je nach Wassergehalt des Malzes zu variieren ist: Zu wenig Wasser kann wiederum zu Problemen beim Abläutern führen, zu viel Wasser verlängert den anschließenden Kochvorgang, was wiederum nur in gewissen Tolerenzen möglich ist und unnötig Energie verbraucht. Beim Abläutern selbst soll die Würze möglichst klar werden, gleichzeitig soll davon möglichst wenig im Treber zurückbleiben, weshalb die Filterschicht mehrfach mechanisch aufgelockert und mit heißem Wasser überbraust wird - geschieht dies zu wenig, reduziert sich die Ausbeute, geschieht dies zu stark oder zu häufig, wird die Würze nicht richtig „blank“ und womöglich auch wieder zu dünn. Beim Kochen in der Sudpfanne ist dann der Moment abzapfen, bei dem die Würze den gewünschten Extraktgehalt hat, es muß also lange genug gekocht werden, aber auch nicht solange, daß wieder mit Wasser verdünnt werden muß.

Die Entscheidungen, wie jeweils zu verfahren ist, werden dem Brauer durch die Programmsteuerung der Anlage nicht abgenommen; er wird allenfalls programmgemäß zu entsprechenden Entscheidungen aufgefordert, auch wenn er dabei dann in seinen Entscheidungsspielräumen begrenzt ist (s.u.). Qualitätsschwankungen und Produktionsstörungen können sich jedoch auch aus Fehlfunktionen der Anlage bzw. der Anlagensteuerung selbst ergeben. Typische Probleme sind z.B. gelockerte Verschraubungen, ungenügender Ventilschluß, Motorschäden an Pumpsystemen oder fehljustierte Sensoren. Auch hier sind wieder ein abwägendes Entscheiden und diskretionäre manuelle Eingriffe in die Programmsteuerung - ggf. sogar unmittelbar in die Anlagenfunktion hinein - erforderlich. Die laufende labortechnische Überwachung kann hier kaum unterstützen; sie hat denn auch weniger Steuerungs- als vielmehr konventionelle Kontrollfunktion, d.h. sie dient dem Qualitätsnachweis und der nachträglichen Fehleranalyse. Die aufgeführten Bei-

spiele für manuelle Eingriffe zeigen, daß es sich auch bei der modernen Bierherstellung durchaus um keine vollautomatisierte Prozeßfertigung handelt, sondern immer noch laufend abwägende Entscheidungen und entsprechend diskretionäre Aktivierungen oder Korrekturen von Ablaufschritten erforderlich sind. An diesen Punkten besteht dann auch jeweils die Möglichkeit zu Fehlbedienungen, die ihre Ursachen in Unachtsamkeit, unzureichenden Kenntnissen oder ungenügenden Erfahrungen haben können.³

Erfahrungswissen und - wie noch ausführlicher dargelegt werden soll - sinnliche Wahrnehmung sind also auch in hochautomatisierten Brauverfahren von großer Bedeutung. Wichtig für die Effektivität und Effizienz der automatisierten Prozeßsteuerung ist dann aber nicht nur das Zusammenwirken von Präzision und Verlässlichkeit der technischen Anlage einerseits und menschlicher Kompetenz andererseits, sondern auch die Wechselwirkung zwischen Anlagendesign und technischem Prozeßablauf auf der einen Seite und der Qualifikationsentfaltung auf der anderen Seite: Wie können im automatisierten Brauvorgang Material-, Prozeß- und Anlagenerfahrungen gesammelt werden, wie werden diese Erfahrungen und die sie prägenden und aktivierenden sinnlichen Wahrnehmungen in den technisierten Prozeßablauf einbezogen und stimuliert? Bevor diese Zusammenhänge genauer diskutiert werden, soll im nächsten Abschnitt die technische und arbeitsorganisatorische Auslegung des Brauprozesses in drei Großbrauereien vorgestellt werden.

3. Der Brauprozess - Technik und Arbeitsorganisation

Nachdem zum Ende des letzten Jahrhunderts die Erfindung von Kältemaschinen ein über das Jahr hinaus kontinuierliches Brauen ermöglichte, setzte der zweite technologische Schub, der zu nachhaltigen arbeitsorganisatorischen Veränderungen im Brauereiwesen geführt hat, (in Deutschland) erst in den 50er Jahren ein: Wurden bis dahin auch in manchen Großbrauereien die Würzpfannen noch von Hand beheizt, so waren in den Gär- und Lagerkellern selbst Anfang der 70er Jahre noch manche Holztanks in Betrieb. Entsprechend arbeitsintensiv war der Brauvorgang, d.h. insbesondere seine Vor- und Nebenprozesse und hierbei wiederum vor allem die erforderliche Reinigung.

3 An den Beispielen wird gleichzeitig deutlich, daß der Prozeß vergleichsweise "fehlerfreundlich" ist: Sowohl material- wie prozeßbedingte Qualitätsschwankungen im Produkt als auch die Folgen von Fehlbedienungen lassen sich relativ lange durch Ausgleichsmaßnahmen (wieder) korrigieren. Derartige Korrekturen wirken sich jedoch stets mehr oder minder negativ auf die Ausbeute bzw. den Wirkungsgrad von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen einerseits und auf die Auslastung der Anlage andererseits aus.

Mittlerweile haben sich die Stahltanks in den Kellern durchgesetzt und der Sudvorgang ist hochgradig automatisiert worden. Im unmittelbaren Braubereich dürfte die Personalstärke in den meisten Brauereibetrieben mittlerweile denn auch ihr Minimum erreicht haben. Heute wird ein Fünf-Geräte-Sudhaus pro Schicht von einem Brauer betreut, so daß bei kontinuierlichem Betrieb vier bis fünf Mitarbeiter ausreichen, wo früher bald 30 Beschäftigte nötig waren.⁴ Bei dieser kruden Gegenüberstellung ist allerdings zu berücksichtigen, daß einige Aufgaben z.B. der Qualitätssicherung und der Instandhaltung und Wartung auf eigene Organisationsbereiche - das Labor und die Werkstechnik bzw. auf spezialisierte Fremdfirmen⁵ - übertragen worden sind, die früher noch integrierter Bestandteil der Brauereiarbeit oder in diesem Umfang gar nicht notwendig waren. Insgesamt war in den besuchten Brauereien jedenfalls zu hören, daß weitere Personaleinsparungen kaum mehr möglich und bei den weiteren Modernisierungsplanungen auch nicht beabsichtigt sind.

Im hier interessierenden Kontext geht es jedoch auch weniger um den Rationalisierungseffekt der neuen Produktionstechnik als vielmehr um die damit einhergehenden Veränderungen in den Arbeitsanforderungen. Im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen stehen daher drei Analyseschwerpunkte: die (1) Anlagenarchitektur, (2) die Steuerungstechnik sowie (3) die entsprechende Arbeitsorganisation.

Der Produktweg bei der Herstellung von Bier folgt der Reihenfolge der notwendigen chemisch-physikalischen Schritte: Schrotung, Maischen, Kochen, Läutern, Filtrieren, Gärung, Reifung und Abfüllung. Die Arbeitsschritte Maischen, Kochen und Läutern finden dabei im sog. Sudhaus statt, das als „Herz“ der Produktion anzusehen ist. Nach der Bearbeitung im Sudhaus wird die Würze nach einem ersten Filtriervorgang in den Gärkeller und später in den Lagerkeller gepumpt. In den Gärtanks wird dabei Hefe zugesetzt, es entsteht Alkohol und Kohlensäure und das Bier verbleibt dort bis zur Abfüllung. Die Zusetzung von Hefe in den Gärtanks erfolgt manuell. Je nach Biersorte kommen unterschiedliche Hefestämme zum Einsatz, die selbst gezüchtet werden. Auch hier gilt es wieder, die Sude sauber voneinander getrennt zu halten oder jedenfalls nur kontrolliert zu mischen, denn selbst bei Verwendung des gleichen Hefestammes ist darauf zu achten, daß es sich um Hefen des gleichen „Durchlaufs“ handelt.⁶ In den Lagertanks „reift“ das Bier anschließend bis zu zehn Wochen bei ca. 0 Grad Celsius.

4 Noch stärker waren die Personaleinsparungen im Abfüllbereich: Wo heute in der Faßabfüllung nur noch ein Mitarbeiter beschäftigt ist, haben früher 15 Personen gearbeitet; in der Flaschenabfüllung schaffen heute fünf Arbeiter an einer leistungsfähigen Anlage (60.000 Flaschen/Stunde) doppelt so viel Abfüllungen wie rd. 60 Mitarbeiter in zwei Schichten zu Beginn der 60er Jahre.

5 Hierbei ist in erster Linie an die Anbieter von Brauereitechnik gedacht, die mit eigenem Personal für die regelmäßige Grundinstandhaltung und für aufwendigere Reparaturen herangezogen werden.

6 In Anbetracht der hohen Qualitätsansprüche muß nach sieben bis acht Durchläufen, d.h. Verwendungen, auf einen neuen Zuchtansatz des gleichen Hefestamms gewechselt werden.

Sowohl in ihrem technischen Stand als auch in den zum Einsatz kommenden Technologien unterscheiden sich die besuchten Brauereien auf den ersten Blick in nur geringem Umfang. Alle Sudhäuser verfügen über 5-Geräte-Sudwerke und sind teilweise (A, B) als von der Straße aus einsehbare „Sichtsudhäuser“ optisch ansprechend gestaltet. Eine Brauerei (B) verfügt am Standort über zwei parallel arbeitende Sudhäuser. In ihrem Ursprung reichen diese Sudhäuser in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts zurück und sie waren alle im Laufe der Zeit mehreren Umbauten bzw. Automationswellen unterworfen. Die alte bauliche Substanz und die sonstigen räumlichen Gegebenheiten setzten der Erneuerung jeweils gewisse Grenzen. Schon aus diesen Gründen konnte und kann also nicht alles, was technisch möglich und erwünscht ist, auch umgesetzt werden.

Die wesentlichen Modernisierungsschübe fanden in den fünfziger und den siebziger Jahren statt und betrafen sowohl die Anlagentechnik, wie auch die Steuerungsauslegung. In den achtziger Jahren kam es dann zu einer Modifizierung der Steuerung, wobei die Anlagen auf Prozeßleittechnik umgerüstet wurden, d.h. die klassische MSR-Technik (Messen-Steuern-Regeln) wurde durch SPS-Systeme (Speicherprogrammierbare Steuerungen) ersetzt. Gekennzeichnet ist dieser Wechsel durch die Einführung frei programmierbarer - und damit leicht anzupassender und veränderbarer - Prozeßführungen auf der Basis mikroelektronischer Komponenten. Dabei scheint man in vielen Brauereien bei den Modernisierungsentscheidungen im Bereich der Anlagenautomation häufig mit „Angsttoleranzen“ zu arbeiten. So läßt sich ein unmittelbarer Einsparungs- oder Verbesserungseffekt durch weitere Automatisierungsmaßnahmen häufig nicht mehr berechnen, sie erfolgen dann aber dennoch, weil sie in Hinblick auf mögliche Fehlfunktionen oder Fehlbedienungen, die zwar selten vorkommen mögen, dann aber weitreichende Folgen hätten, eine zusätzliche Absicherung versprechen.⁷

Zwei der drei Brauereien (A, B) verfügen über eine zentrale Leitwarte im Bereich des Sudhauses. Diese sind durch große Glasfenster vom Produktionsbereich schallisolierend getrennt. Diese Leitwarten steuern den Produktweg bis zur Übergabe der Würze in den Gärkeller. Im einzelnen werden folgende Vorgänge bearbeitet: (1) das Rezepturhandling, d.h. die Dosierung der einzelnen Rohstoffe zur Weiterverarbeitung, (2) die Schrotung und das Maischen, (3) das Kochen der Würze, (4) der Abläuterprozeß und (5) das Grobfiltrieren. Ebenfalls werden Behälter für eine kurzfristige Zwischenlagerung angesprochen. Üblicherweise stehen für jeden Bearbeitungsvorgang zwei Terminals zur Verfügung, wobei auf einem ein Funktionsbild der jeweiligen Teilanlage zu sehen ist und auf dem anderen Bildschirm ein Schrittablaufdiagramm für den Prozeß.

7 Eine erfahrungsgestützte Erwartungswertrechnung, die Störfallwahrscheinlichkeit und Schadensausmaß gleichermaßen berücksichtigt, scheint bei entsprechenden Investitionsentscheidungen jedenfalls nicht durchgängig - wenn überhaupt - angestellt zu werden.

Das Funktionsbild der Anlage zeigt dabei schematisch alle Komponenten, Ventile, Tanks, Zu- und Ableitungen, Zustände (wie etwa Füllgrad, Temperatur oder Druck) und Schaltzustände (bei Ventilen oder Motoren). Störungen werden dabei auf dem Bildschirm zu-
meist durch eine rote Unterlegung kenntlich gemacht. Sollten manuelle Schaltvorgänge notwendig sein, so wird der anzusprechende Teil zunächst mit einem Lichtgriffel (durch Berührung des Bildschirms) markiert. Die Schaltung kann dann auf die gleiche Art erfolgen. So können beispielsweise Ventile geöffnet oder geschlossen bzw. Pumpen an- oder abgeschaltet werden.

In der Regel (ohne Störsituation) erfolgt der Prozeßablauf **programmgeführt**: Dazu zeigt das Schrittablaufdiagramm auf dem anderen Terminal die Reihenfolge der Abarbeitung von Teilschritten, z.B. mehrere Stufen von Druck und Temperatur, die nacheinander erreicht werden sollen. Auf dem Bildschirm kann festgestellt werden, an welchem Punkt der Bearbeitung sich der Prozeß befindet. Die verschiedenen Teilprozesse sind jedoch nicht automatisch verkettet. Vielmehr sind zwischen ihnen jeweils programmdefinierte Stoppunkte vorgesehen, welche die automatische Prozeßführung zu einem jeweils fest vorgegebenen Halt veranlassen. Bestimmte Aufgaben - wie etwa das Spindeln der Würze⁸ - werden grundsätzlich manuell durchgeführt. Erst wenn die ermittelten Größen für in Ordnung befunden sind und der Teilprozeß wirklich als abgeschlossen gelten kann, wird vom Anlagenfahrer der Prozeß weitergeschaltet. Darüber hinaus kann vom Anlagenfahrer bei Störungsmeldungen auf den Bildschirmen gesehen werden, an welchem Punkt des Prozesses ein Problem auftritt. Diese Informationen sind aber nicht nur für die Prozeßüberwachung und Störungsdiagnose wichtig, sondern auch als Orientierung, wenn Vorgänge manuell weitergeschaltet werden müssen. Allerdings treten immer wieder auch Störsituationen auf, die vom Steuerungssystem nicht - oder nur unzureichend - identifiziert werden. Solche Situationen können dementsprechend vom Programm nicht aufgefangen werden und erfordern deshalb eine ständige programmunabhängige prozeßbegleitende Überwachung durch den Anlagenfahrer, der dann im Notfall entscheiden muß, ob ein Programm weitergefahren werden kann oder manuelle Eingriffe notwendig sind.

Zu unterscheiden sind also drei verschiedene Eingriffskategorien: (1) Stopps, die vom Programm vorgegeben sind (z.B. bei der Prüfung der Verzuckerung und nach Beendigung eines Teilprozesses), (2) solche, die aufgrund einer sensorerfaßten Störsituation erfolgen und ein automatisches Anhalten durch die Steuerungssoftware bewirken sowie (3) manuelle Eingriffe in das Programm, wenn ein Anlagenfahrer eine Störsituation erfaßt, die von den Sensoren des automatischen Systems nicht gemeldet wurde.

8 Durch das Spindeln wird die Stammwürze, d.h. der Extraktgehalt, ermittelt.

Unabhängig von den fest vorgegebenen Programmstopps kommt es nach Aussagen der Brauer drei bis vier mal am Tag zu kleineren Störungen, zu deren Beseitigung manuelle Eingriffe in den vollautomatischen Programmablauf notwendig sind. Darüberhinaus treten im Durchschnitt ca. vier mal pro Woche größere Probleme auf, die ein manuelles Steuern der Anlage erfordern. Solche größeren Ausfälle, die auf einen (Komplett-) Ausfall des Steuerungsprogramms zurückgehen, sind wohl nicht zuletzt deshalb kaum zu vermeiden, weil die Steuerungsprogramme aufgrund der kontinuierlichen Modernisierung der Anlage fortlaufend angepaßt, d.h. ständig verändert werden müssen („So eine Anlage ist ja nichts feststehendes, ständig kommt was neues dazu“).

In der Regel werden in den Sudhäusern vier Sude gleichzeitig gesteuert: während zwei Sude gemaischt werden, wird ein anderer gekocht und ein weiterer dem Läuterprozeß unterzogen. Diese Gleichzeitigkeit mehrerer parallel laufender Prozesse wird zusätzlich dadurch kompliziert, daß unterschiedliche Biersorten sowie zum Teil gleiche Biersorten in unterschiedlicher Rezeptur gebraut werden.⁹ Die Rezepturen, d.h. die Zusammensetzungen für jeden Sud, sind vom Anlagenfahrer nicht zu verändern. Dies gilt auch für die Schrittfolge. Die entsprechenden Steuerungsfunktionen sind über einen Schlüsselschalter gesperrt. Anpassungen sind nur von den Vorgesetzten durchzuführen. Die Steuerungen basieren auf Siemens S5-Einheiten bzw. äquivalenten Geräten anderer Hersteller und weisen ein ähnlichen Funktionsumfang auf. In einer Brauerei (A) existiert darüber hinaus ein übergelagertes Visualisierungssystem, das speziell zur Erfassung und Darstellung von Prozeßdaten über variabel bestimmbare Zeiträume eingesetzt wird. Es dient damit insbesondere der Analyse von Störungen. Dabei ist es möglich, Werte aus beliebigen Teilanlagen gemeinsam zu präsentieren. Dies erweist sich als wichtig, da viele Fehlerursachen nicht unmittelbar an den Fehlfunktionen zu lokalisieren sind und nur durch eine Beobachtung „angrenzender“ Anlagenteile rekonstruiert werden können.¹⁰ Diese übergelagerte Visualisierung stellt dabei Datenbankfunktionen zur Verfügung, die es erlauben, auch auf gespeicherte Daten zu Prozeßverläufen zuzugreifen.

In der Brauerei ohne Leitwarte (C) stellen sich diese Vorgänge leicht verändert dar. Die Schrotung wird dort manuell „vor Ort“ gestartet. Ebenso stehen keine Visualisierungssysteme zur Verfügung. Die Datendarstellung sowie Schaltvorgänge werden vielmehr an einer Mosaikwand durchgeführt, die direkt im Sudhaus angebracht ist. Daneben besteht eine abweichende Organisation der Arbeitsaufgaben. Es existiert in diesem Betrieb noch die spezielle Funktion eines „Bierläufers“, der die Filtration der Würze übernimmt, dieser

9 Eine der besuchten Brauereien stellt bis zu 15 verschiedene Biersorten her.

10 Zu nennen ist hier beispielhaft der häufige Ausfall einer Pumpe, der jedoch nicht durch die Fehlerhaftigkeit dieses Teils zu erklären ist, sondern durch starke Druckschwankungen vor der Pumpe.

Vorgang zählt hier also technisch und organisatorisch nicht mehr zum engeren Bereich des Sudhauses.

Die Pumpvorgänge und deren Steuerung zwischen den verschiedenen Kellertanks erfolgen bei den Brauereien auf unterschiedliche Art. In einem Betrieb (A) erfolgt die Verpumpung zwischen Sudhaus und einem Teil der Gärtanks über einen vollautomatisch anzusprechenden Ventilblock. Dieser Ventilblock wird zentral gesteuert und automatisch gereinigt; manuelle Tätigkeiten sind hier nicht mehr notwendig. In der zweiten Brauerei (B) erfolgt die Verpumpung in diesem Bereich zwar durch ein Programm gesteuert, jedoch werden die Leitungswege manuell gesteckt, die Rückmeldung an die Steuerung erfolgt durch Kontaktschalter. Durch das Programm wird dann die ordnungsgemäße Leitungsschaltung überprüft. Im dritten Betrieb (C) werden alle Pumpverbindungen über Schläuche hergestellt, die manuell an- und abgekoppelt werden. Die Freischaltung der Produktwege erfolgt dabei nicht über Programmsteuerung, sondern durch das Personal, das sich kurz bei den Kollegen an den jeweiligen Anlagen über die korrekte Leitungsführung informiert. Dies erfolgt entweder über Zuruf, oder wo dies nicht möglich ist, über das Haustelefon.

In den Gär- und Lagertanks sind zeitkritische Entscheidungen (im Sinne eines schnellstmöglichen Agierens in Störsituationen) nicht notwendig. Die dort ablaufenden Prozesse erstrecken sich über mehrere Tage oder sogar Wochen und vollziehen sich nicht mit hohen Temperaturen oder unter kritischem Druck. Sollte es zu Abweichungen (z.B. zu hohen Temperaturen im Lagerkeller) kommen, so bleibt genügend Zeit für Entscheidungen; die Qualität des Produkts leidet dabei nicht sofort spürbar. In den Gär- und Lagerkellern sind daher - im Gegensatz zum Sudhaus - nur selten wenige Steuereingriffe notwendig. Aufwendige Steuerungs- und Visualisierungssysteme sind deshalb hier nicht erforderlich, zumal damit auch hier kaum weitere Personaleinsparungen erzielt werden könnten.

Aus den unterschiedlichen Funktionserfordernisse im Sudhaus und in den Kellerbereichen erklärt sich also der unterschiedliche Einsatz moderner Steuerungstechnik und dementsprechend auch ein gewisser Unterschied in den Qualifikationsanforderungen. In allen besuchten Brauereien wird zwar sowohl im Sudhaus als auch in der Kellerei ausschließlich berufsfachlich qualifiziertes Personal, d.h. gelernte Brauer, eingesetzt; in den Sudhäusern legt man darüber hinaus jedoch besonders strenge Maßstäbe an Berufserfahrung und Zuverlässigkeit. Während in der Kellerei nur im normalen Tagesbetrieb gearbeitet wird, sind die Brauer im Sudhaus in drei Schichten zu acht Stunden an fünf Tagen (A, B) oder in zwei Schichten zu zwölf Stunden an vier Tagen (C) tätig.

Auch in den Brauereien mit Leitwartensteuerung halten sich die Brauer noch einen beträchtlichen Teil ihrer Arbeitszeit unmittelbar in der Anlage auf. Diese Arbeit „vor Ort“ ist notwendig, um kleinere Störungen zu beseitigen und die Anlagen zu „beobachten“ und damit z.B. einen Verschleiß von Aktoren und Sensoren frühzeitig erkennen und präventiv Maßnahmen einleiten zu können. Daneben können vom Anlagenfahrer die automatisch ermittelten Daten der Systemsteuerung durch die Instrumente „vor Ort“ einer Gegenkontrolle unterzogen werden. Wird in Brauerei A explizit darauf Wert gelegt, daß die Leute in der Anlage sind, und begründet man in Brauerei C nicht zuletzt mit dieser Überlegung den Verzicht auf die Einrichtung einer Leitwarte, so hat man in dem Betrieb mit zwei Sudhäusern (B) zusätzlich Video-Kameras im Produktionsbereich installiert, deren Monitore in der zentralen Leitwarte untergebracht sind, um von dort aus eine optische Überwachung zu ermöglichen. Während hier die Brauer bei störungsfreiem Verlauf kaum noch „im Haus unterwegs“ sind und dies auch nicht weiter problematisiert wird, sind die Brauer in Brauerei A - auch störungsunabhängig - nur zu rund 50 % ihrer Arbeitszeit in der Leitwarte tätig.

4. **Arbeitsanforderungen und Arbeitsbedingungen im Brauereibetrieb**

In ihrer Summe führten die skizzierten technischen Veränderungen nicht nur zu einer drastischen Einsparung im Personaleinsatz, sondern auch zu gravierenden Veränderungen in der Arbeitsorganisation und den Arbeitsanforderungen.

Als erstes ist dabei die **zunehmende Abstraktheit des Brauvorgangs** zu nennen: Auch wenn die Abläufe selbst in hochautomatisierten Anlagen nicht völlig programmgesteuert werden und manuelle, diskretionär entscheidungsabhängige Eingriffe erfordern, so erfolgen die verschiedenen Arbeitsschritte (Beschicken, Durchmischen, Aufheizen, Abkühlen, Filtrieren, Umfüllen, Reinigen, Abfüllen) doch immer stärker nicht nur **technikgestützt**, sondern **technikvermittelt** und in ihrer Wahrnehmungsfähigkeit für die ausführende bzw. überwachende Arbeitskraft immer mehr **technikgefiltert**. Dies gilt zum einen für den Sudvorgang, der - wie beschrieben - in modernen Anlagen in starkem Maße programmgesteuert bzw. programmgeführt von der Leitwarte aus reguliert wird. Dies gilt zum anderen und noch augenfälliger für den Kellerei- und Abfüllbereich, wo die Umfüllprozesse zeit- oder sensorgesteuert durch die Automatik reguliert werden und auch die verschiedenen Reinigungsvorgänge nicht mehr in Handarbeit, sondern durch die technische Anlage erfolgen. Diese stärkere Abkopplung menschlicher Arbeit vom unmittelbaren Produktionsvorgang setzt dementsprechend, wenn dennoch auf diskretionäre

menschliche Eingriffe (noch) nicht verzichtet werden kann, ein **komplexeres anlagentechnisches Wissen** und ein **abstrakteres Prozeßverständnis** voraus.

Parallel dazu ist eine **fortschreitende Vereinzelung in der Arbeit** zu konstatieren: Auch wenn es früher in den verschiedenen Bereichen eine arbeitsteilige Zuordnung der einzelnen Aufgaben und Anlagenteile zu einzelnen Personen gegeben haben mag, so waren diese Arbeitsschritte - damals wie heute - doch stark aufeinander bezogen, was ohne deren technische Verknüpfung jedoch eine entsprechend enge persönliche Abstimmung erforderte. Diese Abstimmung war durch die gleichzeitige Anwesenheit (Kopräsens) der Beteiligten damals jedoch leichter zu organisieren, und sie konnte in der direkten Zusammenarbeit (Kooperation) auch unmittelbarer eingefordert und sanktioniert werden. Wenn heute im Zusammenhang mit den neuen Produktionstechniken von wachsenden Anforderungen an die **sozialen Arbeitstugenden**, d.h. insbesondere an die Teamfähigkeit von Beschäftigten, gesprochen wird, so hat diese Anforderung im Brauereibetrieb (aber wohl auch in anderen Prozeßindustrien) spezifischen Charakter, da es hier weniger um unmittelbare Kommunikation und Kooperation geht, als vielmehr um die (mittelbare) Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen Beschäftigten, die zeitlich und örtlich getrennt voneinander arbeiten. Mit anderen Worten: Im Zuge der verstärkten Automatisierung ist auch die soziale Dimension des Produktionsprozesses für die daran Beteiligten ein Stück weit abstrakter geworden.

Drittens schließlich, und gleichsam sowohl als Ursache wie auch als Folge der umschriebenen Prozesse, ist die **wachsende Komplexität der Anlagen** hervorzuheben: Der Brauvorgang ist zwar immer noch der gleiche, die gestiegenen Anforderungen an die Qualität des Produkts, die Ausbeute der Roh- und Betriebsstoffe und den Wirkungsgrad der Produktionsanlagen machen jedoch immer mehr technische Sicherungen eines optimierten und reibungslosen Produktionsablaufes erforderlich. Die damit einhergehende wachsende technische Verkettung der einzelnen Prozesse bei gleichzeitiger Reduktion des in der Anlage arbeitenden Personals trägt dann aber ihrerseits zu einem weiteren Anstieg der Komplexität und Störanfälligkeit des Prozesses bei, weil rascher reagiert werden muß und die Anlage für einen Bediener schon allein aufgrund ihrer räumlichen Größe nicht in allen Teilbereichen gleichzeitig zu überwachen ist. Als Konsequenz erfolgen weitere Automatisierungsschritte und es steigen die Anforderungen an das Bedienungspersonal hinsichtlich Aufmerksamkeit, Verantwortungsbewußtsein, Disziplin etc., d.h. an die **motivationalen Arbeitstugenden**.

Versucht man, das geforderte Qualifikationsprofil für den engeren Braubereich zusammenzufassen, so geht es dabei (1) um die traditionellen Kenntnisse der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und über den Ablauf des Brauvorgangs, (2) um zusätzliches Wissen hin-

sichtlich moderner Maschinen- und Regeltechnik und (3) um den diffusen Bereich der Arbeitstugenden. Diffus ist dieser Bereich, weil hier - stärker noch als bei den erstgenannten Qualifikationen - der Berufserfahrung eine noch nur unscharf zu bestimmende Bedeutung zukommt (s.u.), und weil ihre gängige Einordnung als („extrafunktionale“) Qualifikation einer unzulässigen Verkürzung um ihre motivationalen Komponenten entspringt: Arbeitstugenden stehen nämlich nicht nur für „überfachliche“, d.h. generalisierbare (Verhaltens-)Fähigkeiten, sondern auch für die Bereitschaft, diese Fähigkeiten zu entwickeln und einzusetzen.¹¹

Während sich nun im Rahmen der allgemeinen Diskussion um den Zusammenhang zwischen Technikentwicklung und Arbeitseinsatz die Aufmerksamkeit auf die Qualifikationsanforderungen im Sinne **expliziter (berufs-) fachlicher Kenntnisse und Fertigkeiten** konzentriert, werden im betrieblichen Alltag - so jedenfalls in den Gesprächen mit Personalverantwortlichen der von uns besuchten Brauereien - die **Arbeitstugenden** zumindest ebensostark gewichtet und die - allerdings kaum explizierte - Bedeutung von **Berufserfahrung** betont. Die Wechselwirkung und wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen diesen drei Kategorien tätigkeitsrelevanter Eigenschaften von Arbeitskräften bzw. Arbeitsplatzanforderungen¹² werden dabei allerdings nur undeutlich wahrgenommen, so daß sie in Personaleinsatz und Arbeitsorganisation höchst ungleich und eher isoliert voneinander berücksichtigt werden.

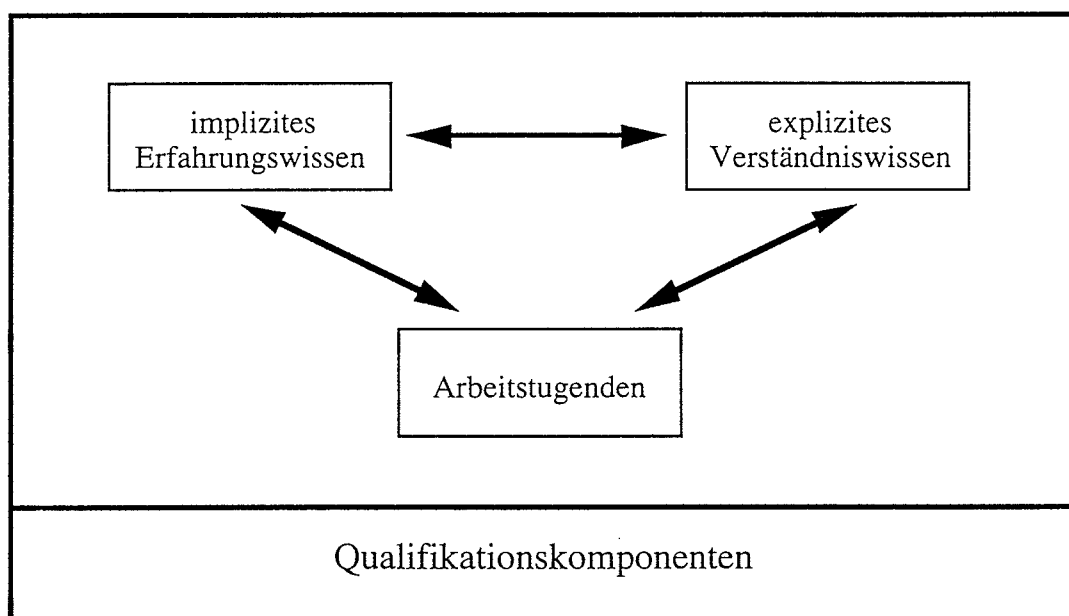
In Hinblick auf die **Qualifikationsanforderungen im engeren Sinne**, d.h. in Hinblick auf das erforderliche explizite Verständniswissen, kann auf ein erprobtes System der Qualifizierung zurückgegriffen werden. Der Beruf des Brauers/Mälzers ist in einer Ausbildungsverordnung allgemeinverbindlich geregelt. Vorgeschrieben ist darin sowohl die Vermittlung berufspraktischer Kenntnisse durch eine entsprechende Einweisung in die verschiedenen Produktionsprozesse und -anlagen, sowie eine schulisch-theoretische Ausbildung, bei der auch allgemeinere Kenntnisse in Kältetechnik, Wärme- und Energieversorgung sowie Elektrotechnik vermittelt werden. Die Ausbildung setzt keinen bestimmten Bildungsabschluß voraus. Das Basiswissen, das dabei erworben wird, reicht aus, um bei „anstelliger“ Berufspraxis bis zum Kellermeister aufzusteigen oder nach einschlägiger Weiterbildung eine Meisterprüfung abzulegen.

In anderen Ländern gibt es nun allerdings keinen entsprechenden Ausbildungsberuf, und der Brauprozess wird dort von lediglich angelernten Arbeitskräften betreut. Die zwin-

11 Siehe hierzu Moldaschl, M.: Frauenarbeit oder Facharbeit? Montagerationalisierung in der Elektroindustrie II, Frankfurt a.M./New York 1991, S. 63 ff.

12 Von anderen relevanten Anforderungen und Eigenschaften, wie etwa körperliche Stärke, Gesundheit und Belastbarkeit oder zeitliche Verfügbarkeit etc. wird hier abgesehen.

gende Notwendigkeit umfassender berufsfachlicher Qualifikationen im Sinne eines **expliziten Material-, Prozeß-, und Anlagenverständnisses** wird denn auch bei der **alltäglichen** Anlagensteuerung nicht recht deutlich, zumal an vielen Stellen die Notwendigkeit expliziten Verständniswissens durch Automatisierungsmaßnahmen zurückgedrängt worden ist, gravierendere Abweichungen vom üblichen Programmablauf durch vorgesetzte Meister oder Brauerei-Ingenieure angeordnet werden (müssen) und komplexere Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an den Anlagen durch spezialisiertes Fachpersonal erfolgt.



Der entscheidende Vorteil berufsfachlich qualifizierter Brauer liegt deshalb wohl mehr im Bereich der Notfallprophylaxe, also für den Fall, daß die Anlage einmal von Hand gesteuert werden muß, und in ihrer unterstützenden Funktion für die Sammlung und Verarbeitung von auch sinnlichen Eindrücken zur Entwicklung eines umfassenden (**impliziten**) Erfahrungswissens sowie zur Ausbildung und Stabilisierung von Arbeitstugenden, die zusammen dann wiederum Voraussetzung für ein selbständigeres Arbeiten in der Anlage mit präventivem Engagement und zeitnahen Reaktionen sind. Das explizite Verständniswissen, das während der Berufsausbildung erworben wird, reicht jedenfalls nicht aus, um im Sudhaus den Brauvorgang zu steuern und zu überwachen; bevor einem Berufsanfänger (nach dreijähriger Ausbildung in Betrieb und Schule) hier die Verantwortung übertragen wird, ist vielmehr eine weitere, mehr oder minder lange Einweisung und Erprobung nötig.¹³

¹³ Die Angaben in den von uns besuchten Betrieben reichen von "unmittelbarer verantwortlicher Einstieg zumindest in die Tagesschicht" bis "schrittweises Einschleusen innerhalb von zwei bis drei Monaten"; bis zur vollverantwortlichen "sicheren" Aufgabenübernahme dauere es bis zu einem Jahr nach Abschluß der Lehre.

Ganz generell wird im Brauwesen der beruflichen Erfahrung also große Bedeutung zugemessen: So setzt die Weiterbildung zum Meister eine mindestens zweijährige Berufspraxis voraus, und auch der Studiengang „Diplom-Ingenieur Fachrichtung Brauwesen“ schreibt ein sechsmonatiges Praktikum vor; viele Betriebe erwarten hier zusätzlich eine abgeschlossene einschlägige Berufsausbildung oder doch zumindest eine längere berufliche Vorpraxis.

Erfahrung beruht dabei nicht zuletzt auf sinnlicher Wahrnehmung. So betont einer der befragten Gärführer, daß „Brauer, die mal von Hand gearbeitet haben, ... später (an der automatisierten Anlage) besser dran sind“ - in der schulischen Ausbildung sei alles zu theoretisch. Andererseits war zu hören, daß es auch bei älteren Mitarbeitern kaum Schwierigkeiten bei der Einweisung in die (teil-) automatisierte Steuerungstechnik gegeben habe: „Er sieht zwar nicht mehr viel, aber das kriegt er schon mit, das erklären die Kollegen und er hat Bücher, in denen er nachlesen kann“ und „... die Leute haben das Produkt ohnehin nie gesehen“, will sagen: nie unmittelbar am Produkt gearbeitet. Schulische Ausbildung und Berufspraxis haben im Brauwesen also offenbar schon früher auch auf der Ebene der gewerblichen Fachkräfte zur Herausbildung eines relativ abstrakten Prozeßverständnisses geführt, das den Arbeitsprozeß leitete und nun „lediglich“ mit Hilfe neuer technischer Steuerungs- und Überwachungsinstrumente umgesetzt wird.¹⁴ Die Probleme liegen dennoch weniger im Verständnis und in der Handhabung der modernen, programmgestützten Steuerungstechnik - also der **Bedienung der Anlage** -, als vielmehr in der erfahrungsgestützten Überwachung und Korrektur der **teilautomatisierten Steuerung des Prozesses**.

Erfahrungswissen ist dabei einerseits notwendig, um Lücken in der automatisierten Steuerung zu kompensieren, und andererseits, um Fehlsteuerungen zu korrigieren. Immer noch gilt: Menschliche Sensorik und Erfahrung sind wichtiger als technische Prüfwerte, und zwar sowohl für die Qualitätssteuerung des Produkts als auch für die Ablaufsteuerung der Prozesse.

Subjektivität ist somit nicht nur bei der Geschmacksprüfung gefordert, deren Ergebnisse in den meisten Brauereien immer noch Vorrang hat vor der „analytisch feststellbaren Reife“. **Subjektivität** stellt hier auf die individuelle Problemperzeption ab, die sich aus explizitem Wissen, impliziten Erfahrungen und sensorischen Eindrücken zusammensetzt

14 Dies unterscheidet sich deutlich von den Umstellungsschwierigkeiten zum Beispiel im Bereich der Metallbearbeitung, wo die Einführung programmgesteuerter Werkzeugmaschinen zunächst die Entwicklung eines abstrakten Verständnisses der Bearbeitungsschritte und ihrer Abfolge erforderte.

und dabei sowohl in ihrer Herausbildung als auch bei ihrer Umsetzung in konkretes Handeln von den Arbeitstugenden und anderen motivationalen Faktoren bestimmt wird.

Auch in hochmodernen Brauereianlagen mit weitgehend automatisierten Abläufen kommt diesem subjektiven Faktor also auch bei der Prozeß- und Anlagenüberwachung große Bedeutung zu. Im Mittelpunkt steht dabei die Fähigkeit eines qualifizierten Brauers zur komplexen, **simultanen Umweltwahrnehmung**, in die nicht nur ganz konkrete Meßwerte, sondern auch diffuse Wahrnehmungen und erfahrungsgestützte Wahrscheinlichkeiten eingehen. Dabei sind es insbesondere Nase und Gehör, die als gleichsam unabhängig von der jeweils aktuellen Verrichtung ständig parallel laufende Sensoren eine kontinuierliche Hintergrundüberwachung ermöglichen, die technisch (noch) nicht oder nicht wirtschaftlich möglich ist, gleichwohl aber eine wesentliche Hilfe bei der Einschätzung des aktuell erreichten Ablaufstadiums sowie der jeweiligen Anlagensituation ist: Das geläufige Klangbild der Anlage, der gewohnte Geruch im Sudhaus oder Keller, aber auch der vertraute Anblick der Würze in ihren verschiedenen Prozeßzuständen (oder jeweils Abweichungen davon) - so diffus sie auch sein mögen, sie ermöglichen eine laufende **Hintergrundkontrolle** sowohl des Brauvorgangs als auch der Arbeits- und Steuerungsfunktionen der technischen Anlage. Können so Probleme teilweise schon bemerkt werden, bevor sie zu (gravierenden) Fehlern geführt haben oder von der automatischen Prozeßüberwachung registriert worden sind, so hilft diese Form der Anlagenkontrolle auch dabei, „Überreaktionen“ zu vermeiden, etwa wenn eine Fehlermeldung der automatischen Prozeßüberwachung auf einer fehlerhaften Meldung beruht („Man muß einfach wissen, ob ein Motor wirklich defekt ist oder ob es eine Fehlschaltung gibt; man darf sich nicht auf den Bildschirm allein verlassen“).

Darüber hinaus vermag diese Form der Überwachung aber auch bei der **Störfalldiagnose** zu helfen. Häufig riecht oder hört der betreffende Mitarbeiter dabei zunächst nur Abweichungen vom gewohnten „ordnungsgemäßen“ Zustand: Die Anlage klingt anders, die Luft riecht anders. Ohne daß diese Abweichungen immer genau spezifiziert werden können, signalisieren sie nicht nur Unregelmäßigkeiten, sondern sie assoziieren bei der erfahrenen Fachkraft mögliche (Fehler-) Quellen, z.B. eine defekte Pumpe oder die Bildung von Bakterien, denen dann gezielt nachgegangen werden kann. Implizites Erfahrungswissen ist somit nicht nur Voraussetzung für die von der teilautomatischen Steuerung an den vorgegebenen „Programm-Stops“ vorgesehenen diskretionären Entscheidungen, sondern auch für die immer wieder erforderlichen möglichst zeitnahen Korrektureingriffe.

Theoretische Schulung und praktische Unterweisung vermitteln explizites Verständniswissen, persönliches Erleben „lehrt“ implizites Erfahrungswissen. Deshalb wird in man-

chen Brauereien auch heute noch gerne gesehen, wenn sich junge Brauer nach Abschluß ihrer Lehrzeit auf „Wanderschaft“ begeben;¹⁵ später schätzt man jedoch eher eine hohe Betriebsbindung, durch die allein die nötige Vertrautheit mit den Imponderabilien des Brauvorgangs, vor allem aber mit den spezifischen Eigenheiten der jeweiligen Anlage entstehen kann.

Deren Erfahrbarkeit erfordert jedoch nicht nur **Zeit**, sondern auch **räumliche Nähe**, und diesem Erfordernis wird in modernen Sudhäusern und Gärkellern in sehr unterschiedlichem Maße Rechnung getragen: Während in einer der von uns besuchten Brauereien die Brauer bei störungsfreiem Ablauf „kaum noch“ in der Anlage tätig sind und sich vornehmlich in der Leitwarte aufhalten, verbringen sie in den beiden anderen Brauhäusern rund die Hälfte ihrer Arbeitszeit „vor Ort“. Geht der Unterschied in einem Fall auf einen allgemeinen Automatisierungsverzicht zurück, weil man einer Programmsteuerung des Brauvorgangs ohnehin nicht recht traut, so wurde im anderen Betrieb explizit hervorgehoben, daß man Wert darauf lege, daß die Brauer in der Anlage „umherwandern“. In der erstgenannten Brauerei dagegen, die einen hierzu durchaus vergleichbaren Automatisierungsgrad aufweist, mißt man dem keine große Bedeutung bei, hier ist vielmehr sogar eine (allerdings begrenzte) zusätzliche Video-Überwachung der Anlage installiert worden, die eine (gefilterte) optische Kontrolle aus der Leitwarte heraus erlaubt.

Wie von den personalverantwortlichen Brauleitern immer wieder betont wurde, sind letztlich jedoch weder die Dauer einer einschlägigen Berufspraxis noch die unmittelbare räumliche Nähe zum Brauvorgang und den verschiedenen Anlagenteilen hinreichende Bedingungen für die Entwicklung eines entsprechenden Erfahrungswissens. Vor allem aber sind sie keine Garantie dafür, daß dieses Wissen auch eingesetzt wird. Hier tritt denn auch die Wechselwirkung zwischen den drei Qualifikations-Komponenten besonders deutlich zu Tage: Zumindest hilfreich, wenn nicht notwendig, für die problemgerechte Entscheidung bei den immer wieder erforderlichen manuellen Steuerungseingriffen ist die Orientierung durch explizite oder implizite Kenntnisse („Man sieht nur, was man weiß“¹⁶) und die Stimulierung durch entsprechende Arbeitstugenden („Man hört nur, was man hören will“), die wiederum einer verständnisbezogenen und motivationalen Stützung bedürfen („Man engagiert sich nur aus Notwendigkeit oder Interesse“).

Bemerkenswert ist nun daß, wie bereits angedeutet, diesen unterschiedlichen „Qualifikations“-Eigenschaften in unterschiedlicher Form und in unterschiedlichem Maße Rechnung

15 In allen besuchten Brauereien wird über den absehbaren Bedarf hinaus ausgebildet; in einer Brauerei wurde betont, daß man keinen Auszubildenden unmittelbar nach Abschluß der Lehre in ein Beschäftigungsverhältnis übernehmen würde, vielmehr erwarte man auch von guten Leuten, daß sie zunächst einmal noch woanders Erfahrungen sammeln.

16 So der Werbespruch für eine bekannte Reihe von Kunst-Reiseführern.

getragen wird: So wird das notwendige explizite Verständniswissen durch die geregelte Berufsausbildung und durch eine ggf. auch längerfristige und (damit) aufwendigerer Einweisung vermittelt. Das erforderliche implizite Erfahrungswissen wird durch die hohe Gewichtung einschlägiger Berufspraxis in der Ausbildung und durch schrittweise Einübung in die verschiedenen Arbeitsbereiche gewährleistet; in manchen Brauereien scheint man darüber hinaus (auch) unter diesem Gesichtspunkt bewußt auf bestehende Automatisierungschancen zu verzichten und/oder durch mehr oder minder explizite Arbeitsanweisungen auf unmittelbare Prozeß- und Anlagennähe zu drängen, zumindest behält man bei der fortschreitenden Modernisierung an verschiedenen Stellen auch konventionelle Überwachungsinstrumente bei, die dem Anlagenpersonal einen unmittelbareren Zugang zum Prozeß erlauben.

Die unentbehrlichen Arbeitstugenden scheinen demgegenüber tendenziell eher als vorgegebene persönliche Eigenschaften zu gelten, die dementsprechend vornehmlich selektionsleitend sind, und allenfalls durch eine auf die persönlichen Belange der Beschäftigten eingehende Menschenführung gestützt und durch entsprechend gebundene Aufstiegschancen befördert werden. Im Anlagendesign und in der Arbeitsorganisation finden sich dagegen kaum Merkmale, die geeignet wären, zur Stimulierung und Entwicklung entsprechender Tugenden beizutragen. Im Gegenteil: Eher setzt die fortschreitende Technisierung und Automatisierung das Vorhandensein entsprechender Arbeitstugenden immer mehr voraus - oder sie zielt darauf ab, diese Tugenden (und das explizite Verständniswissen) zu ersetzen.

5. Zusammenfassung

(1) Versucht man eine Bewertung der vorgefundenen technisch-organisatorischen Strukturen, so ergibt sich ein uneinheitliches Bild. In allen Betrieben existieren mehrere „Technikstufen“ gleichzeitig, den höchsten Stand von Technik und Automation weisen dabei die Sudhäuser der Brauereien auf. Darüber hinausgehend sind in den Brauereien die Produktwege zwischen Sudhaus, Gär- und Lagerkeller unterschiedlich stark automatisiert. Die Spannbreite reicht von manuellen Kopplungen über teilautomatisierte Steuerungen bis hin zu vollautomatischen Ventilknoten und Leitungsschaltungen. Welcher Automationsgrad in diesen Bereichen anzutreffen ist, hängt damit zusammen, welche Betriebs- teile gerade um- bzw. ausgebaut worden sind, wobei die jeweils neueste Technikgeneration zum Einsatz kommt.

Die Befunde machen ferner deutlich, daß von einem kontinuierlichen, zentral gesteuerten und vollautomatisierten Prozeß der Produktion von Bier nicht die Rede sein kann. Zum einen wird in einzelnen Suden gebraut, d.h. es handelt sich um einen Batchbetrieb der Anlagen. Zum anderen sind hier Teilprozesse und Teilanlagen steuerungstechnisch entkoppelt. Diese Entkoppelung ermöglicht eine Reduktion der Komplexität des Gesamtsystems technisch-biologischer Prozesse und damit eine Entzerrung von kritischen Zuständen. In diesem Zusammenhang scheint es in einigen Betrieben sogar mehr oder weniger explizite Entscheidungen für einen Technikverzicht zu geben. Dies darf nicht ohne weiteres mit einem niedrigen „Automationsgrad“ gleichgesetzt werden, es geht vielmehr um die „Art“ mit Technik umzugehen, d.h. auch um die Nähe von Produktionsarbeit zum Produktionsprozeß.

Bei den Automationsbestrebungen in der Brauereiwirtschaft ging es zwar auch um Personalreduktion und die Verbesserung von Produktqualität und Prozeßflexibilität. Dabei wurde jedoch der Fehler vermieden, durch „Überautomation“ hochkomplexe Gesamtsysteme zu schaffen, die ein manuelles Eingreifen nahezu unmöglich machen. Vielmehr scheint man, zum Teil durchaus bewußt, die Steuerungs- und Anlagentechnik auf die unvollkommene Beherrschbarkeit der Prozesse abgestimmt zu haben, indem man erst gar keine durchgängige Automatisierung versucht hat. Bei dieser Interpretation ist jedoch zu berücksichtigen, wie sich die technischen Systeme in den besuchten Brauereien entwickelt haben: Anlagenteile werden ständig modernisiert, verändert, optimiert und erweitert. Diese Maßnahmen haben dabei auf bauliche Voraussetzungen Rücksicht zu nehmen und ältere Technikkomponenten müssen integriert werden, so daß eine vollintegrierte Anlage „aus einem Guß“ in den besuchten Brauereien kaum möglich war; in neu geplanten

Brauereien „auf der grünen Wiese“ kann sich die Frage der Technikauslegung jedoch anders darstellen.

(2) Auch in modernen Brauereien spielt Erfahrungswissen bei der Beherrschung von komplexer Systemtechnik und Produktprozeß eine entscheidende Rolle. Entscheidungen über nicht geplante Eingriffe in den automatischen Prozeß, das Verhalten bei Störsituationen aber auch manuelle Standardeingriffe erfolgen nicht allein auf der Basis „objektiv“ vermittelter Werte der zentralen Steuerung, sondern basieren wesentlich auf Erfahrungen, subjektiven Wahrnehmungen und assoziativen Verarbeitungsprozessen. Anlagenfahrer können dafür notwendige Erfahrungen im Umgang mit der Maschinen- und Steuerungstechnik sowie mit dem Brauprozeß durchaus noch selbst sammeln. Möglich wird dies, weil sich das Personal häufig „vor Ort“ befindet und Anlagen manuell geschaltet werden; der Prozeß wird also nicht gänzlich vom Personal „abgeschottet“, wie dies teilweise in der Metallverarbeitung anzutreffen ist. Zudem werden alle relevanten Werte über den Prozeß nicht nur vom zentralen Steuerungssystem verarbeitet, vielmehr können sie auch durch Anzeigen an den Anlagen gegengeprüft werden.

Erfahrungen im handwerklich geprägten Brauprozeß früherer Zeiten wird nach übereinstimmenden Aussagen für eine effiziente Prozeßbeherrschung dennoch als Vorteil angesehen. Zunehmend werden im Produktionsbereich jedoch auch Brauer eingesetzt, die ihre Lehrzeit bereits unter den Bedingungen eines weitgehend technisierten Verarbeitungsprozesses absolviert haben. Damit verbunden ist ein Wechsel von einem eher handwerklich orientierten Beruf zu einem Beruf, der ein abstraktes Technikverständnis voraussetzt und einhergeht mit einer Distanzierung zum Prozeß. Handwerkliche Arbeitserfahrungen, d.h. eine durch unmittelbaren Umgang und direkte Einbindung auch sinnlich vermittelte Material- und Prozeßvertrautheit, können in den zunehmend technikgesteuerten und immer mehr nur noch technikgefiltert wahrnehmbaren Prozeßabläufen kaum noch erworben werden. Zwar ist das Brauen von Bier, anders als viele andere Ver- und Bearbeitungsprozesse, auch früher schon in gewissem Maße ohne die unmittelbare Einwirkung des Brauers abgelaufen, dennoch ist festzuhalten, daß in modernen Brauereien - trotz der skizzierten „Zugänglichkeit“ der Systeme - die Möglichkeit zu erfahrungsbildenden sinnlichen Erfahrungen eingeschränkt sind. Dieses Defizit läßt sich bei entsprechender Sensibilität und Aufmerksamkeit, die durch verstärkte Einweisung und Unterrichtung gestützt werden, jedoch kompensieren. Allerdings kommt hierbei zum tragen, daß die fortschreitende Technisierung und Automatisierung derartige Arbeitstugenden - mehr noch als dies für das handwerkliche Erfahrungswissen gilt - eher voraussetzt denn fördert. Den Arbeitstugenden wird denn auch mehr noch als dem Erfahrungswissen, entscheidende Bedeutung bei der Personalauswahl beigemessen.

(3) Diese Probleme sollen nun nicht unangebracht dramatisiert werden. Bislang scheinen im eigentlichen Produktionsbereich des Brauereibetriebs keine gravierenden Personal- und Qualifikationsprobleme zu bestehen, wenn man einmal davon absieht, daß aufgrund der geforderten Schichtarbeit im Sudhaus nur wenige „qualifizierte und anstellige Leute“ für die Arbeit zu interessieren sind. Auch dies hat bislang jedoch zu keinen nachhaltigen Rekrutierungsengpässen geführt. Das dies so ist, dürfte im Brauereiwesen allerdings auf eine Reihe von Sonderfaktoren zurückzuführen sein, die z.T. jedoch bereits absehbar nur noch für eine gewisse Übergangszeit Geltung haben dürften:

So ist (1) der Personalbedarf im Sudhaus auf ein Minimum zurückgeführt worden, und (2) zeichnet sich das hier eingesetzte berufserfahrene Personal mehrheitlich noch durch eine hohe Betriebszugehörigkeitsdauer und eine geringe Fluktuationsneigung aus - entsprechend gering ist der laufende absolute Ersatzbedarf. Den zu decken, fällt wiederum - trotz beklagter Schwierigkeiten - (noch) vergleichsweise leicht, da (3) zumeist über Bedarf ausgebildet wird, was sowohl eine entsprechende Sozialisation als auch eine anschließende Selektion erlaubt. Dabei kann (4) die fehlende Möglichkeit zur Sammlung handwerklich geprägter Erfahrungen zumindest teilweise (noch) durch die Unterrichtung durch ältere Brauer mit traditionellem Erfahrungshintergrund ausgeglichen werden. Und nicht zuletzt wurde darauf hingewiesen, daß (5) zur Zeit im Zuge der fortschreitenden Konzentrationsprozesse viele kleinere Brauereien mit eher noch konventioneller Technik schließen, aus deren Personal erfahrene Brauer alter Prägung rekrutiert werden können.

Resümierend bleibt festzuhalten, daß die neue Brautechnik den eingespielten Dreiklang aus explizitem Verständnis, implizitem Erfahrungswissen und allgemeinen Arbeitstugenden vergleichsweise wenig stört, die traditionelle Braukunst damit auf längere Sicht jedoch nicht ungefährdet ist.